

THESIS

MUNICH

1966

LANE MEDICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
300 PASTEUR DRIVE
PALO ALTO, CALIF.

ZUR FRAGE DER BEZIEHUNG
ZWISCHEN INTESTINALER
RESORPTION UND KÖRPERGEWICHT

Renate / Thiemann



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER MEDIZINISCHEN POLIKLINIK DER UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. W. Seitz

ZUR FRAGE DER BEZIEHUNG
ZWISCHEN INTESTINALER
RESORPTION UND KÖRPERGEWICHT

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfaßt und
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Renate Thiemann
aus Passaic/New Jersey

München 1966

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter:	Priv.-Doz. Dr. H. MEHNERT
Mitberichterstatter:	Professor Dr. W. SEITZ
Dekan:	Professor Dr. R. ZENKER

Tag der mündlichen Prüfung: 8.3.1966

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
I. EINLEITUNG	5
II. MATERIAL UND METHODIK	6
III. ERGEBNISSE	10
IV. DISKUSSION	24
V. ZUSAMMENFASSUNG	28
VI. LITERATURVERZEICHNIS	29

I. EINLEITUNG

Seitdem um die Jahrhundertwende die ersten entscheidenden Arbeiten zur Frage der Darmresorption von Nagano (1), von Hedon (2) und von Höber (3) erschienen waren, wurde eine Vielzahl von experimentellen Untersuchungen zu diesem Thema vorgenommen. Wiseman (4) gibt an, etwa 6000 Arbeiten zum Thema der Darmresorption gefunden zu haben. Da dieser Autor die Literatur vor 1925 und vor allem auch die europäische Literatur nur wenig berücksichtigt hat, ist die wirkliche Zahl der Arbeiten wohl noch wesentlich höher. Der größte Teil der Untersuchungen wurde an Laboratoriumstieren (Mäuse, Ratten, Meerschweinchen, Goldhamster, Katzen, Kaninchen und Hunden) durchgeführt. Da nur durch große Schwierigkeiten völlig homogene Tiergruppen zu den Untersuchungen herangezogen werden können, ist die Frage von Bedeutung, ob das Gewicht der Tiere einen Einfluß auf die Resorption im Darm ausüben kann.

Von Mehnert und Förster (5) wurde zur Prüfung der Darmresorption die sogenannte "Kollidon-Clearance" als besonders geeignete Methode zur Resorptionsprüfung entwickelt. Bei dieser Methode wird neben der zu untersuchenden Substanz, der Prüfsubstanz, eine zweite Substanz mit verabreicht, die Kontrollsubstanz (Kollidon). Die Kontrollsubstanz muß folgende Bedingungen erfüllen: Sie darf nicht resorbierbar, muß wasserlöslich und gut nachweisbar sein, darf bei den Tieren keine unerwünschten Nebenwirkungen hervorrufen und auch die Resorption der Prüfsubstanz nicht beeinflussen.

Aufgabe dieser Arbeit soll es sein, die von Förster (7), Minuth (8) und Rummert (9) mit Hilfe dieser Methode erzielten Ergebnisse daraufhin zu untersuchen, ob eine Beziehung der Resorption oder der Magenentleerung zum Körpergewicht besteht. Zusätzlich sollen in eigenen Experimenten mit Tieren, deren Gewicht über eine große Breite streute, Untersuchungen zu diesem Thema durchgeführt werden.

II. MATERIAL UND METHODIK

A. ALLGEMEIN

Für sämtliche Versuche wurden Albinoratten verwendet, die mindestens eine Woche mit einer Standardkost gefüttert worden waren. Diese Kost bestand aus Brot, Salatblättern und Fischmehl. 24 Stunden vor Versuchsbeginn wurden die Ratten gewogen und erhielten keine Nahrung mehr. Sie wurden in Einzelkäfige gesetzt, deren Bodengitter eine Maschenweite von 1 cm haben, um zu verhindern, daß die Tiere ihren eigenen Kot fressen. Vorversuche hatten die Notwendigkeit dieser Maßnahme gezeigt, deren spätere Durchführung bewirkte, daß bei den Hauptversuchen der Dünndarm aller Tiere weitgehend kotfrei blieb (7).

Um gut vergleichbare Ergebnisse zu erzielen, wurden von Förster (7), von Minuth (8) und von Rummert (9) Tiere verwendet, die zwischen 170 und 240 g wogen. Bei den eigenen Untersuchungen betrug das Körpergewicht der Tiere zwischen 90 und 510 g. Diese Tiere wurden in Gewichtsklassen eingeteilt, wobei bei der Auswertung der Ergebnisse von Förster (7), Minuth (8) und Rummert (9) die Klassen auf 10 g Differenz eingeteilt werden konnten. Die Gruppierung nach Prüfzeit und Konzentration der Prüfsubstanz wurde aufgehoben. In jeder der durch diese beiden Faktoren determinierten Gruppe wurde die Resorption der einzelnen Tiere auf die Gesamtesorption bezogen, dem Körpergewicht des einzelnen Tieres zugeteilt. Die dadurch entstandenen Bezugswerte wurden dann in den einzelnen Klassen gemittelt. Dagegen war es bei der Auswertung der eigenen Untersuchungen notwendig, eine gröbere Einteilung zu wählen. Für die Prüfung der Resorption 1 %iger Glucoselösungen wurden folgende Tierklassen gewählt: 1) bis 125 g; 2) von 130 - 175 g; 3) von 180 - 215 g; 4) von 220 - 300 g; 5) von 305 - 400 g; 6) über 400 g. Bei der Prüfung der Resorption 2,5 und 5 %iger Glucoselösungen wurden jeweils nur drei Klassen verwendet: 1) unter 170 g; 2) von 170 - 240 g; 3) über 240 g.

B. SCHLUNDSONDENMETHODE (7)

Zu Versuchsbeginn wurde den Ratten in einem nur ganz leichten und kurzen Ätherrausch durch die Schlundsonde 1,3 ml erwärmte Versuchslösung in den Magen gegeben. 15, 30 oder 60 Minuten nach der Sondierung wurden die Tiere durch Äther getötet, das Abdomen eröffnet, der Dünndarm am Übergang ins Coecum, am Pylorus und an der Cardia abgebunden vorsichtig herausgelöst, in Eiswasser gekühlt, gleichzeitig abgewaschen und anschließend in Segmente aufgeteilt. Für die Berechnungen spielt die von Förster vorgenommene Segmen-

tierung des Darms keine Rolle. Verwendet wurden nur die Gesamtresorption und die Magenentleerung.

C. PERFUSIONSMETHODE (6)

Es wurde bei diesen Untersuchungen eine von Förster und Mehnert beschriebene Methode angewandt (6). Die Ratten werden nach der schon oben beschriebenen Vorbehandlung nach ebenfalls 24-stündigem Nahrungsentzug und nach vorhergehender Urethannarkose laparotomiert. Dann werden Sonden in das Duodenum und in den unteren Teil des Dünndarms eingeführt und fest eingebunden. Dadurch wird es unter Umgehung des Magens möglich, Prüfsubstanzlösungen direkt in den Darm einzuleiten und mittels einer Pumpe kontinuierlich zu perfundieren. Als Versuchslösungen wurden Fructose, Sorbit und Glucose in 0,5 %iger, 1 %iger, 2,5 %iger, 5 %iger, 10 %iger, 20 %iger, 30 %iger und 50 %iger Lösung verabreicht. Bei einer Versuchsdauer von 30 Minuten wurden 30 ml Versuchslösung perfundiert. Bei 5 %, 10 %, 20 % und 30 % Glucose wurden daneben auch 15 ml in 30 Minuten perfundiert. Bei 60 Minuten Versuchsdauer wurde der Darm mit 60 ml, außerdem bei 5 %, 10 %, 20 %, 30 % und 50 % auch mit 30 ml pro Stunde durchströmt. Kollidon wurde jeweils in konstanter Menge von 1,8 % zugesetzt. Die Versuchslösung wurde vor dem Einleiten in das Abdomen der Ratte während der ganzen Perfusion mit einem Thermostaten auf Körpertemperatur erwärmt. Prüfsubstanzen (Sorbit, Glucose und Fructose) sowie die Kontrollsubstanz (Kollidon) wurden mit den unter (D) angegebenen Methoden bestimmt.

D. CHEMISCHE NACHWEISE

a) Nachweis des Kollidon

modifiziert nach Schubert und Wagner (10)

1, 2 oder 3 ml Darminhalt werden mit aqua dest. auf 3 ml aufgefüllt, mit 1 ml 10 %iger Kupfersulfatlösung versetzt und im siedenden Wasserbad 2 Minuten erhitzt. Das Kupfersulfat wird mit 1 ml 10,61 %iger Kaliumferrocyanidlösung ausgefällt. Danach wird abgekühlt, gut durchgeschüttelt und zentrifugiert. Vom Überstand werden 1 oder 2 ml mit 5 ml Jod-Jodkalilösung (0,08 mol. KJ : 0,01 mol. Jod-Sublimat) versetzt, wobei es bei Vorhandensein von Kollidon zu einer Farbvertiefung kommt, die durch Bildung eines Kollidonjodkomplexes entsteht. Dieser Komplex wird mit 5 ml 10 %iger Salzsäure ausgefällt, zentrifugiert und der Überstand abgegossen. Der Niederschlag wird mit 25 ml Methylalkohol aufgenommen und die Farbintensität am Photometer Eppendorf bei 436 m μ gemessen. Die abgelesenen Werte werden mit einer

Eichkurve verglichen. Es muß sofort abgelesen werden, da der Kollidonjodkomplex beim Stehen eine Farbintensitätsminderung erfährt.

b) Nachweise der Prüfsubstanzen

Enteimiweißung: Zur Enteimiweißung verwendeten wir nach entsprechenden Vorversuchen bei allen 4 Prüfsubstanzen Perchlorsäure. 1 oder 2 ml des Darmextraktes wurden je nach der zu erwartenden Konzentration mit 5 oder 10 ml Perchlorsäure versetzt, deren Konzentration so gewählt wurde, daß die Endkonzentration 3 % betrug. Nach kräftigem Durchschütteln wurde zentrifugiert und vom Überstand je nach der zu erwartenden Konzentration und nach der Art des Nachweises zwischen 0,1 und 2 ml für den Nachweis abpipettiert. Die kolorimetrischen Untersuchungen wurden alle am Photometer Eppendorf durchgeführt. Die erhaltenen Werte wurden auf einen Vergleichswert bezogen.

1. Nachweis der Glucose

Der Nachweis erfolgte nach der von Keilin und Hartree (11) entwickelten Methode und wurde nach Hugget und Nixon (12) durchgeführt (Boehringer-Testverfahren). Er beruht auf der von der Glucoseoxydase katalysierten Oxydation der Glucose zu Glucuronsäure, wobei Wasserstoffperoxyd entsteht. In Anwesenheit von Peroxydase oxydiert Peroxyd o-Dianisidin-Hydrochlorid zu einem rotbraunen Farbstoff. Die Konzentration des Farbstoffes, der bei 436 m μ kolorimetriert wird, ist ein Maß für die Konzentration der Glucose. Wir verwendeten 0,1 ml enteimiweißte Flüssigkeit auf 5 ml des gelieferten Glucose-Reagens (Boehringer).

2. Nachweis der Fructose (13)

Der Nachweis der Fructose erfolgte nach Roe. Vom Überstand wurden nach der Enteimiweißung 1 ml mit 3 ml 30 % Salzsäure angesäuert und mit 1 ml 0,1 % alkoholischer Resorzinlösung versetzt und 8 Minuten bei 80° im Wasserbad erhitzt, abgekühlt und bei 546 m μ sofort kolorimetriert.

3. Nachweis der Sorbit (14)

Der Nachweis der Sorbit erfolgte nach West und Rapoport. 0,1 oder 0,5 oder 1 oder 2 ml der enteimiweißten Probe werden je nach der zu erwartenden Konzentration mit aqua dest. auf 2 ml aufgefüllt, mit 0,5 ml Kaliumperjodatlösung versetzt, durchgeschüttelt und 8 Minuten bei Zimmertemperatur stehen gelassen. Dann werden 0,5 ml Zinnchloridlösung hinzugefügt, im Wasserbad mit 5 ml schwefelsaurer Chromotropsäure (0,15 g Chromotropsäure in 20 ml 9 molarer Schwefelsäure gelöst, mit konzentrierter Schwefelsäure ad 200,0 auf-

gefüllt) versetzt und nach gutem Durchmischen 30 Minuten im kochenden Wasserbad erhitzt. Nach dem Abkühlen wird mit 10 ml konz. Schwefelsäure verdünnt und nach kräftigem Durchschütteln bei 572 m μ abgelesen. Die Färbung ist mehrere Stunden haltbar.

III. ERGEBNISSE

Die Ergebnisse sind aus den folgenden Tabellen und Abbildungen zu ersehen.

Folgende Abkürzungen gelten für die nachstehenden Tabellen:

$\bar{x}$ = Mittelwert

s_x^2 = Streuung

n = Anzahl der bei den einzelnen Versuchsreihen verwendeten Ratten

TABELLE Ia

Auswertung von Darmangebot und Glucoseresorption in Beziehung zum Körpergewicht

Die Prüfung der Resorption erfolgte mit Hilfe der Schlundsondenmethode.

Durchschnittliches Darmangebot = 100 %
 Durchschnittliche Resorption = 100 %

Gewicht der Ratten in g	n	Darmangebot in Prozent des Durchschnittswertes	$s_{\bar{x}}$	Resorption in Prozent des Durchschnittswertes	$s_{\bar{x}}$
160 - 170	10	95,5	8,18	98,5	10,33
180	10	93,4	5,89	92,5	6,03
190	15	103,4	4,45	105,0	4,74
200	6	98,4	7,78	103,9	9,77
210	7	106,7	15,28	99,4	5,43
220 - 230	8	101,6	5,71	103,7	5,92

TABELLE Ib

Auswertung von Darmangebot und Fructoseresorption in Beziehung zum Körpergewicht

Die Prüfung der Resorption erfolgte mit Hilfe der Schlundsondenmethode.

Durchschnittliches Darmangebot = 100 %
 Durchschnittliche Resorption = 100 %

Gewicht der Ratten in g	n	Darmangebot in Prozent des Durchschnittswertes	$\bar{s}_x$	Resorption in Prozent des Durchschnittswertes	s_x^-
160	10	92,5	5,44	89,1	3,17
170	15	99,0	5,54	101,9	7,51
180	24	103,3	5,43	105,4	5,25
190	15	99,3	5,62	98,9	9,85
200	6	102,3	2,72	98,6	3,21
210 - 220	6	102,2	8,15	108,8	11,51

TABELLE I c

Auswertung von Darmangebot und Sorbitresorption in Beziehung zum Körpergewicht

Die Prüfung der Resorption erfolgte mit Hilfe der Schlundsondenmethode.

Durchschnittliches Darmangebot = 100 %
 Durchschnittliche Resorption = 100 %

Gewicht der Ratten in g	n	Darmangebot in Prozent des Durchschnittswertes	$\bar{s}_x$	Resorption in Prozent des Durchschnittswertes	s_x
140 - 150	6	93,7	6,51	55,1	13,56
160	11	97,4	6,39	119,1	19,19
170	18	98,6	4,19	78,6	4,11
180	25	101,2	5,24	105,4	8,96
190	13	118,3	8,69	129,4	12,61
200	10	94,3	5,71	71,7	9,65
210	10	94,8	10,30	93,6	14,07
220 - 230	4	75,3	11,98	75,6	11,94

TABELLE IIa

Auswertung von Glucoseresorption und Wasserveränderung in Beziehung zum Körpergewicht

Die Prüfung der Resorption erfolgte mit Hilfe der Darmparusionsmethode.

Durchschnittliche Resorption = 100 %
 Durchschnittliche Wasserveränderung = 100 %

Gewicht der Ratten in g	n	Resorption in Prozent des Durchschnittswertes	$s_{\bar{x}}$	Wasserveränderung in Prozent des Durchschnittswertes	$s_{\bar{x}}$
160 - 170	5	74,1	12,7	82,1	18,71
180	28	100,3	4,28	99,6	1,39
190	55	100,1	3,19	98,3	1,69
200	59	98,3	2,83	103,4	1,35
210	38	98,6	3,68	101,3	1,84
220	33	98,2	3,67	104,5	2,09
230	11	117,6	10,95	103,6	2,66
240 - 250	15	96,3	6,59	100,5	3,31

TABELLE IIb

Auswertung von Fructoseresorption und Wasserveränderung in Beziehung zum Körpergewicht

Die Prüfung der Resorption erfolgte mit Hilfe der Darmparfusionsmethode.

Durchschnittliche Resorption = 100 %

Durchschnittliche Wasserveränderung = 100 %

Gewicht der Ratten in g	n	Resorption in Prozent des Durchschnittswertes	$s-\bar{x}$	Wasserveränderung in Prozent des Durchschnittswertes	$s-\bar{x}$
170	24	76,5	19,1	100,1	0,69
180	43	109,8	6,97	100,8	0,94
190	34	107,1	10,08	99,2	0,84
200	36	92,9	7,41	101,4	0,76
210	16	101,3	11,55	99,7	0,93
220	9	98,2	11,08	99,6	2,46
230	12	111,1	9,56	99,2	1,69
240	7	92,1	16,45	106,6	4,42

TABELLE IIc

Auswertung der Sorbitresorption und Wasserveränderung in Beziehung zum Körpergewicht

Die Prüfung der Resorption erfolgte mit Hilfe der Darmperfusionsmethode.

Durchschnittliche Resorption = 100 %
 Durchschnittliche Wasserveränderung = 100 %

Gewicht der Ratten in g	n	Resorption in Prozent des Durchschnittswertes	$s_{\bar{x}}$	Wasserveränderung in Prozent des Durchschnittswertes	$s_{\bar{x}}$
170	9	106,4	1,75	100,0	1,17
180	45	91,4	11,21	99,7	0,92
190	58	95,2	9,25	100,4	0,82
200	14	106,8	14,29	98,9	1,27
210	8	128,2	18,98	99,6	1,32
220	5	136,7	16,31	102,8	1,58
230 - 240	9	135,0	15,48	104,2	2,64

TABELLE IIIa

Die Resorption 1 %iger Glucoselösungen aus dem perfundierten Dünndarm der Ratte in Abhängigkeit vom Körpergewicht

Volumen der Perfusionslösung: Versuchsdauer	Durchschnittliches Gewicht der Ratten in g	n	60 ml 60 min.		s- x	Wasser- resorption in ml	s- x
			Glucoseresorption in mg	Glucoseresorption in Prozent			
116,8	(unter 130)	16	135,6	22,6	8,10	14,2	0,65
147,8	(130 - 175)	14	175,2	29,2	9,30	15,5	1,27
200,3	(180 - 215)	38	209,4	34,9	6,81	24,7	0,918
236,6	(220 - 300)	9	209,4	34,9	13,08	26,3	2,23
346,2	(305 - 400)	20	192,0	32,0	8,52	20,8	1,51
434,0	(über 400)	5	244,8	40,8	24,84	22,0	3,165

TABELLE III b

Die Resorption 2,5 %iger Glucoselösungen aus dem perfundierten Dünndarm der Ratte in Abhängigkeit vom Körpergewicht

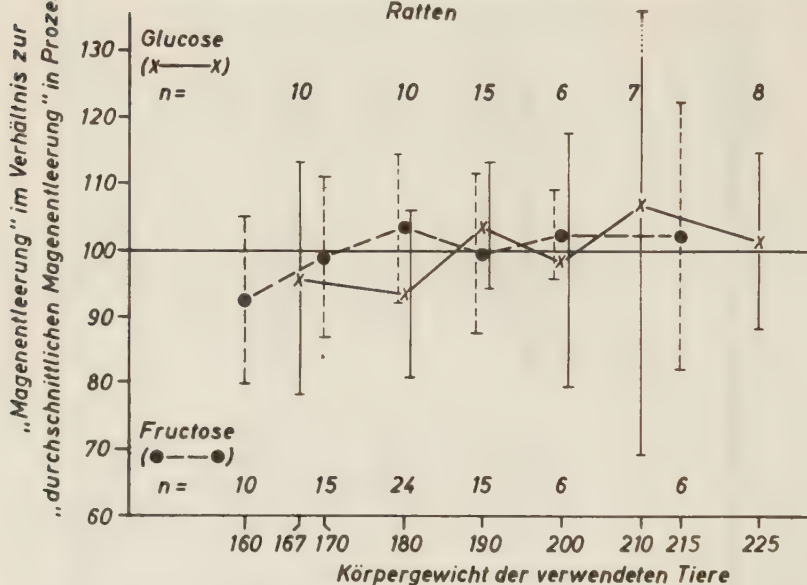
Volumen der Perfusionslösung: Versuchsdauer:	60 ml 60 min					
Durchschnittliches Gewicht der Ratten in g	n	Glucoseresorption in mg	s- x (mg)	Glucoseresorption in Prozent	Wasser- resorption in ml	s- x
111,0 (unter 170)	5	172,8	11,2	11,5	8,2	0,78
200,7 (170 - 240)	7	283,4	23,1	18,9	13,8	1,22
300,0 (über 240)	7	279,2	20,6	18,6	13,2	0,865

TABELLE III c

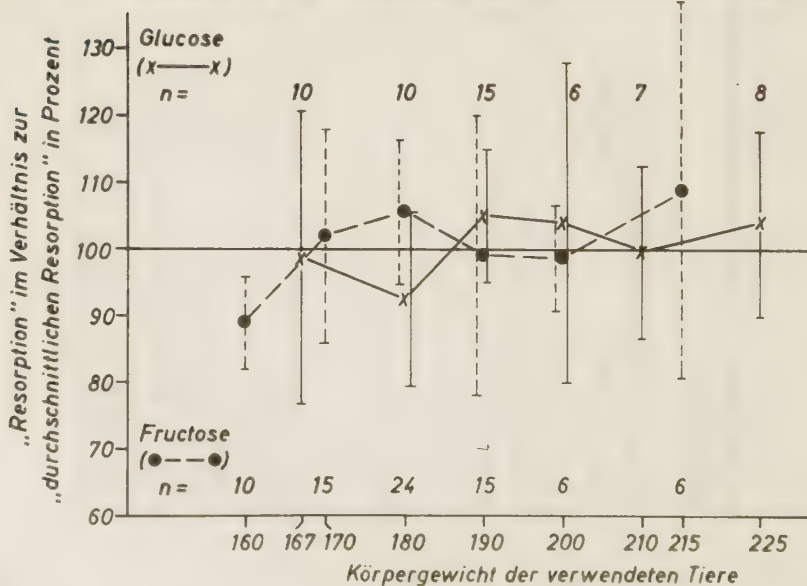
Die Resorption 5 %iger Glucoselösungen aus dem perfundierten Dünndarm der Ratte in Abhängigkeit vom Körpergewicht

Volumen der Perfusionslösung: 60 ml Versuchsdauer: 60 min.						
Durchschnittliches Gewicht der Ratten in g	n	Glucoseresorption in mg	$\bar{s}_x$ (mg)	Glucoseresorption in Prozent	Wasser- resorption in ml	s_x^2
125,0 (unter 170)	7	336	30,9	11,2	0,6	0,39
208,8 (170 - 240)	33	395	17,6	13,5	3,8	0,78
325,8 (über 240)	6	453,0	20,7	15,1	3,1	0,68

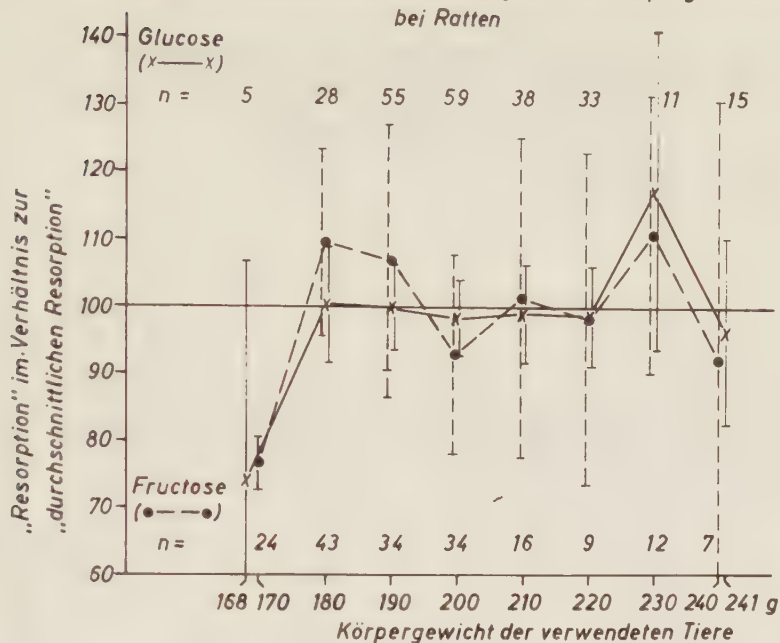
Abweichungen der durchschnittlichen Magenentleerung bei der Schlundsondenmethode in Abhängigkeit vom Körpergewicht bei Ratten



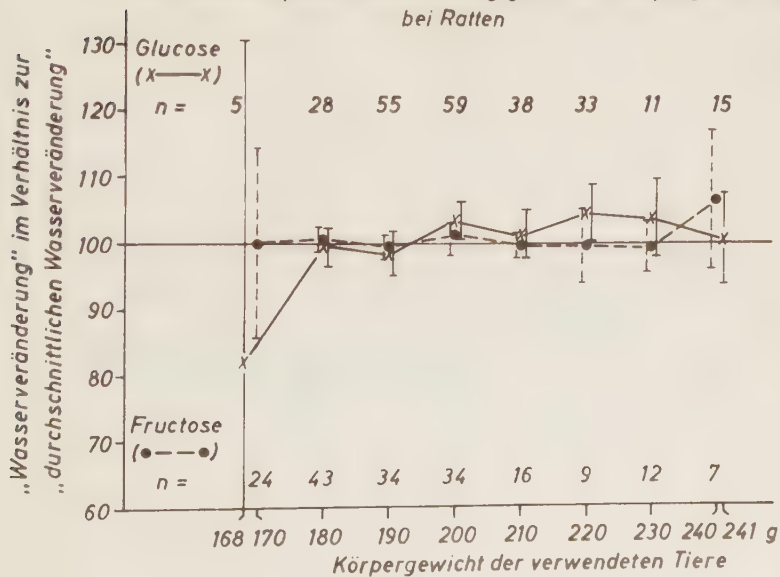
Abweichungen der durchschnittlichen Resorption bei der Schlundsondenmethode in Abhängigkeit vom Körpergewicht bei Ratten



Abweichungen von der durchschnittlichen Glucoseresorption
bei Dünndarmperfusion in Abhängigkeit vom Körpergewicht
bei Ratten

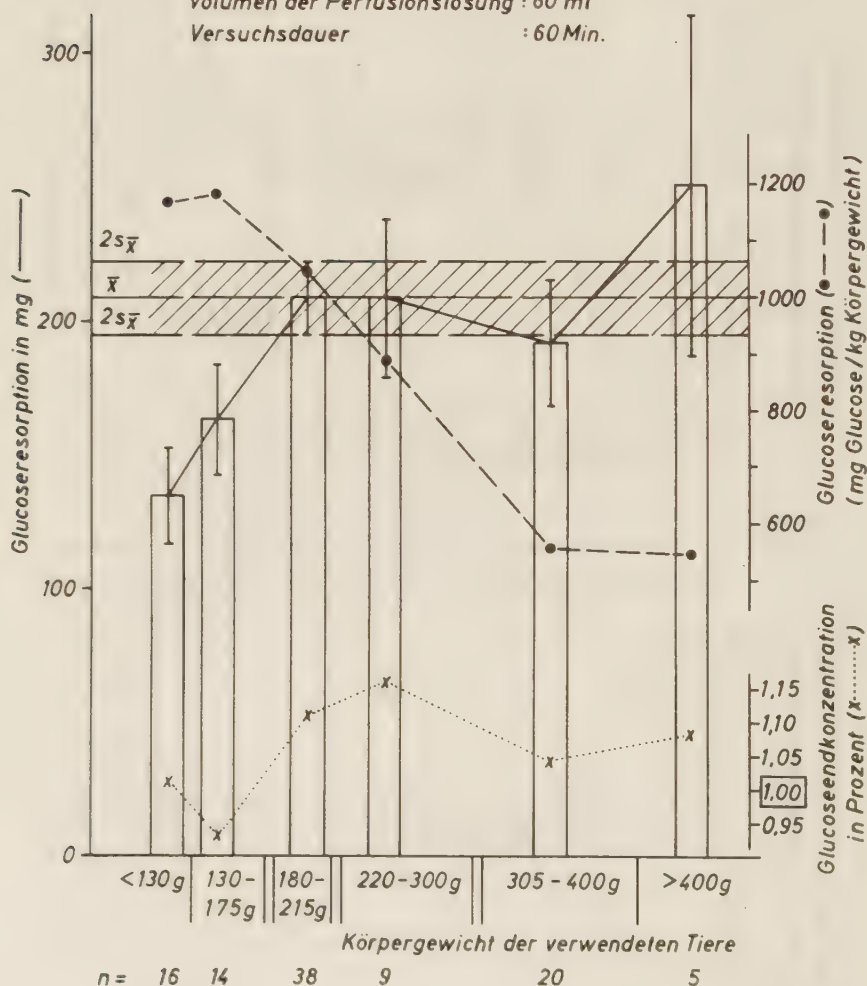


Abweichungen von der durchschnittlichen Wasserveränderung
bei Dünndarmperfusion in Abhängigkeit vom Körpergewicht
bei Ratten



Glucoseresorption in Abhängigkeit vom Körpergewicht bei der
Dünndarmperfusion von Ratten mit 1%igen Glucoselösungen

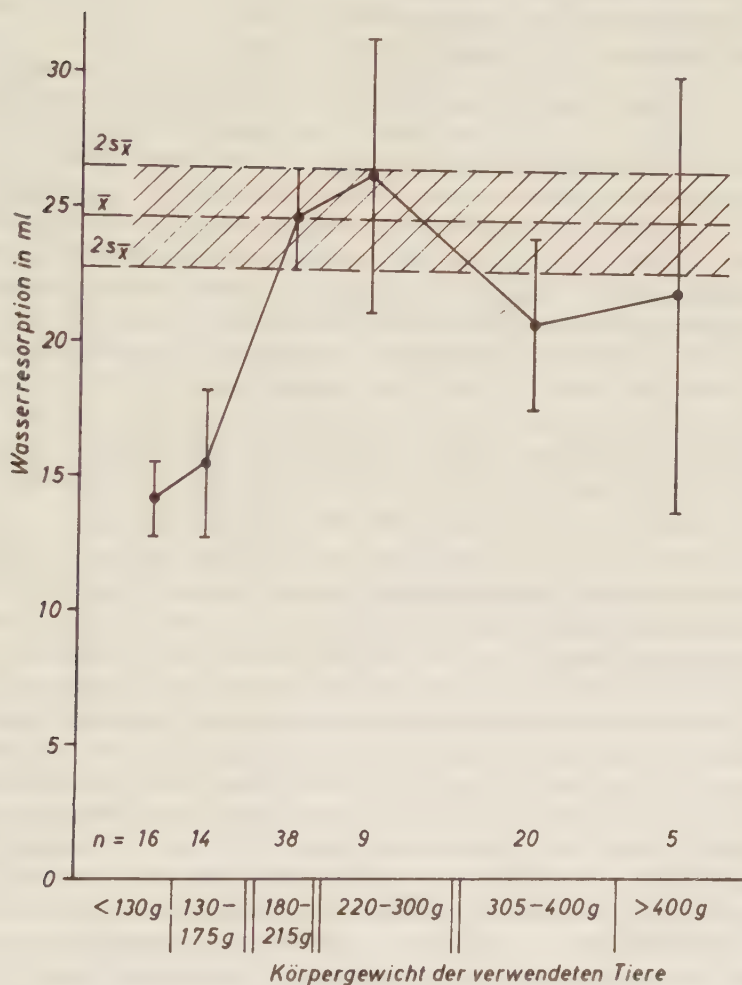
Volumen der Perfusionslösung : 60 ml
Versuchsdauer : 60 Min.



Wasserresorption in ml in Abhängigkeit vom Körpergewicht bei
der Dünndarmperfusion von Ratten mit 1%igen Glucoselösungen

Volumen der Perfusionslösung: 60 ml

Versuchsdauer : 60 Min.



IV. DISKUSSION

Bei der Auswertung von Versuchsergebnissen für die Resorption, die an lebenden Tieren gewonnen wurden, ist die Wahl eines Bezugssystems von großer Bedeutung. Bei diesen Tierversuchen kann man dabei auf verschiedene Weise verfahren:

1. Man wählt ein möglichst einheitliches Tiermaterial.
2. Man bezieht sich auf das Körpergewicht der Tiere.
3. Man bezieht sich auf die Körperoberfläche der Tiere.

Für die Auswertung der Resorptionsuntersuchungen wurden alle drei Methoden verwandt. Bei einigen Methoden ist eine Angabe in Beziehung zum Körpergewicht von vornherein nicht möglich. Es ist selbstverständlich, daß z. B. bei Untersuchungen mit Hilfe der Thiry-Vella-Fistel bei Tieren oder mit der Doppelballonsondenmethode beim Menschen mit einer Abhängigkeit der Resorption vom Körpergewicht nicht zu rechnen ist. Bei beiden Methoden wird unter gut definierten Versuchsbedingungen gearbeitet. Bei Untersuchungen mit Tieren, denen eine Thiry-Vella-Fistel angelegt wurde, erfolgte zudem bei der Auswertung im allgemeinen der Vergleich mit Ergebnissen, die am gleichen Tier gewonnen wurden. Bei Untersuchungen mit Hilfe der Doppelballonsonde am Menschen wird durch die Ballons der Sonde immer ein Darmsegment von konstanter Länge zur Untersuchung herangezogen. Auch hier sind die Darmsegmente trotz Wechsel der Versuchspersonen immer von gleicher Länge, da die verwendete Sonde immer die gleiche ist.

Bei der Überlegung, eine Beziehung zum Körpergewicht aufzustellen, war wohl der Gedanke ausschlaggebend, daß heranwachsende Tiere einen kürzeren Darm haben als ausgewachsene. Eine kritiklose Anwendung muß jedoch zu Verzerrungen führen, da das Gewicht gleichaltriger Tiere durch unterschiedliches Ausmaß des Körperfettes stark variieren kann. Tiere etwa gleichen Körpergewichts können theoretisch durchaus unterschiedliche Darmlängen besitzen, wenn man die Darmlänge als Funktion des Alters betrachtet. Die günstigste Relation wäre die Relation zum Alter. Diese ist jedoch von vornherein in Frage gestellt durch die nur mit großen Schwierigkeiten durchzuführende Beobachtung der Tiere über einen längeren Zeitraum. Zudem müßte auch hier eine Grenze gesetzt werden, da die Tiere zu einem bestimmten Zeitpunkt ausgewachsen sind bzw. auch die Wachstumsgeschwindigkeit nicht konstant vom Alter abhängig ist. Das gleiche wie für die Beziehung zum Körpergewicht gilt auch für die Beziehung zur Körperoberfläche, die mehrfach verwendet wurde.

Eine Anzahl von Autoren hat die Untersuchungen an Darmsegmenten durchgeführt. Die Gruppe um Verzar (15, 16, 17) prüfte die Resorption an 30 cm langen Darmschlingen von Ratten. Es ist nun sehr schwierig, an lebenden Tieren genau 30 cm Darm auszumessen. Die Einzelergebnisse dieser Untersuchungen mußten jedoch mit den Ergebnissen anderer Tiere verglichen werden. Da es aber praktisch ausgeschlossen ist, bei jedem der Tiere die Untersuchung an genau 30 cm Darm durchzuführen, muß man die Differenzen durch eine große Anzahl auszugleichen suchen, wie es z. B. von der Schule Verzars (15, 16, 17) gemacht wurde. Von der Spanischen Schule wurde die Methodik Verzars weiterentwickelt (18). Die Autoren waren sich aber dieser Schwierigkeit bewußt und machten ihre Angaben in Resorption pro cm Darm.

Von Fisher und Parsons (19) war festgestellt worden, daß bei Tieren über 150 g die Darmlänge unabhängig vom Körpergewicht bzw. vom Alter der Tiere ist. Von Jervis (20) wurde daraus die Berechtigung abgeleitet, bei Tieren zwischen 160 und 300 g Körpergewicht das Gewicht unberücksichtigt zu lassen, wenn die Untersuchungen am Gesamtdarm durchgeführt wurden. Dagegen ist es selbstverständlich, daß bei heranwachsenden Tieren das Körpergewicht bzw. das Alter berücksichtigt werden muß, wie dies etwa von Bogner (21, 22) getan wurde.

Von Cori (23) war die Beziehung der Resorption zum Körpergewicht bei umfangreichen Untersuchungen mit der Schlundsondenmethode als gegeben angesehen worden. Er hatte dementsprechend alle Ergebnisse in Milligramm/Kilogramm Körpergewicht ausgedrückt. Von Förster (7) war bei Voruntersuchungen festgestellt worden, daß bei sehr schweren und sehr leichten Ratten die Magenentleerung unter dem Durchschnitt liegt. Es war aber trotzdem angebracht, an einem etwas größeren Material diese Annahme nachzuprüfen. Die experimentellen Ergebnisse von Förster (7) wurden daher in Beziehung zum Körpergewicht durchgerechnet. Die Ergebnisse sind den Tabellen Ia, Ib und Ic zu entnehmen. Es ist ersichtlich, daß sich für die Magenentleerung nur bei den Tieren, die Glucose verabreicht erhielten, ein leichter Anstieg in Abhängigkeit vom Körpergewicht bemerkbar machte (siehe Abb. I und II). Bei den Tieren, die Fructose verabreicht erhielten, war eine Zunahme der Magenentleerung bei einem Körpergewicht zwischen 160 und 180 g zu beobachten. Für Sorbit läßt sich ähnliches sagen, obwohl hier der Anstieg wesentlich geringer ist und lediglich eine Spitze bei 190 g schweren Tieren auffällt. Die Resorption verhielt sich ähnlich wie die Magenentleerung. Insgesamt ist aber wegen der innerhalb des Streubereiches liegenden geringen Differenzen vor allen Dingen bei statistischer Überprüfung der Ergebnisse die Aussage berechtigt, daß in dem engen Bereich zwischen 170 und 230 g Körpergewicht keine Abhängigkeit der Resorption bzw. der Magenentleerung vom Körpergewicht besteht.

Die von Rummert (9) und Minuth (8) mit der Perfusionsmethode erzielten Ergebnisse für die gleichen Prüfsubstanzen wurden ebenfalls in Beziehung zum Körpergewicht ausgewertet (siehe Tab. IIa und IIb, sowie Abb. III und IV). Bei Fructose und Glucose fällt auf, daß bei Tieren von 170 g Körpergewicht die Resorption eindeutig unterhalb des Durchschnitts liegt. Bei ihnen beträgt sie nur 74 % (Glucose) bzw. 77 % (Fructose) der durchschnittlichen Resorption (siehe Abb. III). Alle anderen Zahlen liegen in einem engen Bereich um 100 %. Trotzdem sind auch diese Abweichungen statistisch nicht signifikant von den anderen Werten zu unterscheiden. Für die Resorption von Sorbit ließ sich für den Bereich zwischen 170 und 230 g Körpergewicht ein gänzlich unterschiedliches Verhalten feststellen (siehe Tab. IIc). Bei diesem Zuckeralkohol handelt es sich um eine Substanz, die, im Gegensatz zu den Monosacchariden Glucose und Fructose, rein passiv durch Diffusion aus dem Darminnern entfernt wird. Für diesen Zuckeralkohol besteht, wie aus Tab. IIc ersichtlich, ein deutlicher Trend in Abhängigkeit vom Körpergewicht: Je schwerer die Ratten sind, desto rascher erfolgt die Resorption. Es muß Gegenstand weiterer Untersuchungen sein, ob dieses Ergebnis vielleicht durch erhöhte Durchlässigkeit der Darmschleimhaut bei älteren Tieren verursacht wird.

Die Auswertung der Wasserveränderungen aus den Ergebnissen von Rummert (9) und Minuth (8) ergibt ebenfalls nur eine geringe Abhängigkeit vom Körpergewicht (siehe Abb. IV). Im Bereich zwischen 180 und 220 g kann man die Wasserveränderungen im allgemeinen als unabhängig vom Körpergewicht betrachten.

Um die oben diskutierten Ergebnisse zu vervollständigen, wurden weitere experimentelle Untersuchungen mit einzelnen Tierklassen von sehr verschiedenem Körpergewicht durchgeführt. Besonders interessant war dabei die Untersuchung der Resorption 1 %iger Glucoselösungen, da von Förster und Mehnert (6) nachgewiesen worden war, daß nur bei dieser Konzentration die sogenannte aktive Resorption eine größere Rolle spielen kann. Die Ergebnisse bestätigen die oben diskutierten Berechnungen. In dem Bereich zwischen 180 und 300 g Körpergewicht ist die Glucoseresorption in allen Klassen völlig gleich (siehe Abb. V). Bei Tieren zwischen 305 und 400 g Körpergewicht kommt es sogar zu einem leichten Absinken der Resorption, während bei Tieren über 400 g Körpergewicht die Resorption etwas gesteigert ist. Dagegen ist bei Tieren unter 180 g Körpergewicht die Resorption deutlich verlangsamt. Für Tiere bis 150 g Körpergewicht läßt sich sogar eine konstante Beziehung zum Körpergewicht ermitteln. Bei Tieren über 180 g führt die Bezugnahme auf das Körpergewicht zu krassen Verzerrungen (siehe Abb. V). Ähnliches gilt für die Wasserresorption bei diesen Tieren. Es ist zwar ein deutlicher Trend zu beobachten, der jedoch zu gering ist, um auf das Körpergewicht bezogen zu werden (siehe Abb. VI). Genau die glei-

chen Ergebnisse lassen sich ebenfalls für die Resorption 2,5 %iger Glucoselösungen und 5 %iger Glucoselösungen finden (Tab. IIb und IIIc). Auch hier unterscheiden sich sowohl was die Wasserveränderung als auch die Glucoseveränderung anbetrifft nur die Tiere bis 170 g Körpergewicht von den schwereren Tieren. Bei den Tieren über 180 g bleibt die Resorption unverändert, auch wenn man die übergewichtigen Tiere (über 240 g Körpergewicht) mit den normalgewichtigen Tieren vergleicht.

Nach diesen Ausführungen scheint es durchaus statthaft, bei Resorptionsuntersuchungen das Körpergewicht zu vernachlässigen, wenn man den Gewichtsbereich eng wählt, also nur Tiere mit vergleichbarem Körpergewicht zur Untersuchung heranzieht. Andererseits ist es durchaus möglich, bei heranwachsenden Tieren die Resorption als Funktion des Körpergewichtes zu betrachten.

V. ZUSAMMENFASSUNG

Unter Auswertung der an 969 Ratten gewonnenen Ergebnisse wurde überprüft, ob eine Beziehung zwischen Resorption und Körpergewicht besteht. Bei den ausgewerteten Ergebnissen handelte es sich bei 802 Ratten um die Berechnungen nach bereits früher fertiggestellten Arbeiten. Das Körpergewicht dieser Tiere schwankte in dem engen Bereich zwischen 160 und 240 g. Zusätzlich wurden eigene Untersuchungen an 167 Tieren durchgeführt, bei denen das Körpergewicht von 90 bis 510 g variierte. Für alle Untersuchungen wurde zur Erzielung vergleichbarer Ergebnisse die sogenannte "Kollidon-Clearance" herangezogen.

Es zeigte sich, daß bei Tieren über 180 g Körpergewicht keine Beziehung zwischen Resorption und Körpergewicht bestand. Selbst über einen großen Bereich war die Resorption bei diesen Tieren völlig unabhängig vom Gewicht. Bei heranwachsenden Ratten dagegen, nämlich bis zu einem Gewicht von 180 g, bestand eine direkte Beziehung zwischen Körpergewicht und resorbierter Substanzmenge: Je schwerer die Tiere wurden, desto mehr wurde resorbiert.

Nach diesen Ergebnissen kann das Körpergewicht bei Resorptionsprüfungen an Ratten vernachlässigt werden, wenn es über 180 g beträgt.

VI. LITERATURVERZEICHNIS

1. Nagano, J.:
Zur Kenntnis der Resorption einfacher im besondern stereoisomerer Zucker
im Dünndarm.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 90, 389 (1902)
2. Hédon, E.:
Sur la resorption intestinale des sucres en solutions isotoniques.
Compt. rend. Soc. biol. 52, 87 (1900)
3. Höber, R.:
Über Resorption im Dünndarm.
Pflügers Arch. ges. Physiol. 74, 246 (1899)
4. Wiseman, G.:
Absorption from the intestine.
Academic Press, London und New York (1964)
5. Mehnert, H. und H. Förster:
Die Prüfung der Resorption von Glucose, Fructose und Sorbit
mit einer neuen Methodik.
Klin. Wschr. 39, 596 (1960)
6. Förster, H. und H. Mehnert:
Resorptions- und Sekretionsprüfungen bei Perfusion des Rattendarms mit
hypo- und hypertonischen Glucoselösungen.
Klin. Wschr. 41, 1167 (1963)
7. Förster, H.:
Inaugural Dissertation München 1962
8. Minuth, H.:
Inaugural Dissertation München 1964
9. Rummert, H. J.:
Inaugural Dissertation München 1964
10. Schubert, R. und H. Wagner:
Normalausscheidung von Periston N bei Anwendung eines neuen
Kollidonnachweises.
Z. ges. exp. Med. 131, 90 (1959)
11. Keilin, D. und E. F. Hartree:
Properties of catalase, catalysis of coupled oxidation of alcohols.
Biochem. J. 39, 293 (1945)

12. Huggett, A. St. G., and D. A. Nixon:
Enzymic determination of blood glucose.
Biochem. J. 66, 12 (1957)
13. Roe, J. H.:
A colorimetric method for the determination of fructose in blood and urine.
J. biol. Chem. 107, 15 (1934)
14. West und Rapoport:
Modification of a colorimetric method for the determination of mannitol
and sorbit in plasma and urine.
Soc. exp. Biol. 70, 141 (1949)
15. Verzar, F.:
Probleme und Ergebnisse auf dem Gebiete der Darmresorption.
Ergebn. Physiol. 32, 391 (1931)
16. Verzar, F.:
Die Rolle von Diffusion und Schleimhautaktivität bei der Resorption von
verschiedenen Zuckern aus dem Darm.
Biochem. Z. 276, 17 (1935)
17. Verzar, F., and E. J. McDougall:
Absorption from the intestine.
London, Longmans 1936
18. Ponz, F.:
The active transport of sugars through the intestine, and its relations
with the sodium ion.
Argu. Portug. Bioquimica 7, 83 (1963)
19. Fisher, R. B., and Parsons, D. S.:
The gradient of mucosal surface in the small intestine of the rat.
J. Anat. London 84, 273 (1958)
20. Jervis, E. L., F.P. Johnson, A.F. Scheff, and D.H. Smyth:
The effect of phlochlorizin on intestinal absorption and intestinal phosphatase.
J. Physiol. 134, 675 (1956)
21. Bogner, P. H.:
Alimentary absorption of reducing sugars by embryos and young chicks.
Pro. Soc. Exp. Biol. Med. 107, 263 (1961)

22. Bogner, P.H., and I. A. Haines:
Development of intestinal selective absorption of glucose in newly hatched chickens.
Pro. Soc. Exp. Biol. Med. 107, 265 (1961)
23. Cori, C. F.:
Fate of sugar in the animal body.
1. Rate of absorption of hexoses and pentoses from the intestinal tract.
J. Biol. Chem. 66, 691 (1925)

Herrn Priv.-Doz. Dr. H. MEHNERT danke ich für die Überlassung des Themas und für sein stetiges Interesse an dem Fortgang der Untersuchungen.

Herrn Dr. H. FÖRSTER möchte ich für seine ständige Hilfsbereitschaft danken.

Außerdem bin ich Herrn Professor Dr. W. SEITZ zu Dank verpflichtet, daß ich in seiner Klinik arbeiten durfte.

LEBENS LAUF

Ich, Renate Thiemann, geb. Schaeffer, wurde als zweite Tochter des Kaufmanns E. O. Schaeffer und seiner Gemahlin Elisabeth, geb. Osterroth, am 17. 6. 1939 in Passaic, New Jersey, U. S. A., geboren und verbrachte meine Jugend in West Nyack, New York. Von 1944 bis 1950 besuchte ich die West Nyack Grammar School. 1950 wechselte ich auf die Clarkstown Jr. -Sr. High School und erhielt 1956 deren Abschlußdiplom. 1956 immatrikulierte ich mich am Rockford College. 1958 kam ich durch das Wayne State-Programm an die Universität München und studierte seit 1959 hier an der medizinischen Fakultät. Im Frühjahr 1962 legte ich die medizinische Vorprüfung ab. Im Jahre 1965 schloß ich mit dem Medizinischen Staatsexamen ab.

